

# 한우 거세비육우에 반추위 강화 사료첨가제 급여가 바이오캡슐 생체정보 및 비육능력에 미치는 영향

양가영<sup>1</sup>, 김한솔<sup>2</sup>, 김대현<sup>3</sup>, 이준구<sup>3</sup>, 오동엽<sup>3</sup>, 박진연<sup>3</sup>, 하재정<sup>3\*</sup>  
<sup>1</sup>농촌진흥청 국립축산과학원, <sup>2</sup>영남대학교 Eco한우연구소, <sup>3</sup>경상북도 축산기술연구소

## Effect of Feed Additives for Rumen Improved on Bio-capsule Biometrics and Fattening Ability in Hanwoo Steer

Ka Young Yang<sup>1</sup>, Han Sol Kim<sup>2</sup>, Dae Hyun Kim<sup>3</sup>, Jun Koo Yi<sup>3</sup>,  
Dong Yep Oh<sup>3</sup>, Jin Yeon Park<sup>3</sup>, Jae Jung Ha<sup>3\*</sup>

<sup>1</sup>National Institute of Animal Science, Rural Development Administration

<sup>2</sup>Eco Hanwoo Institute, Yeungnam University

<sup>3</sup>Gyeongsangbuk-Do Livestock Research Institute

**요약** 본 연구는 한우 비육우 전용 반추위 강화 사료첨가제 개발의 일환으로 체류형 바이오캡슐내 pH, 반추위 체온 및 활동성 센서를 활용한 생체정보 수집으로 개체별 건강성을 고려한 비육능력 개선의 효과를 확인하고자 수행하였다. 시험방법으로는 18.5개월령의 한우 거세우 32두를 공시하여 대조구(무첨가), 처리1구(생균제 150g/일), 처리2구(반추위 강화 첨가제 100g/일), 처리3구(반추위강화첨가제 200g/일) 총 4처리로 10개월간 급여하면서 사양성적, 생체정보, 도축성적을 수집하고 경제성 분석을 실시하였다. 수집된 데이터의 통계처리는 SAS의 MIXED procedure를 활용하였다. 연구결과 일당증체량에서는 무첨가구와 생균제 처리구 0.7kg 대비 반추위 강화 첨가제 급여구에서 0.8kg으로 증가하였고, 사료요구율에서도 유의적( $p < 0.05$ )으로 동일한 결과를 나타냈다. 생체정보 관련으로 모든 항목(반추위 pH, 체온, 활동성)은  $C < T3 < T2 < T1$  순으로 낮은 결과를 보였다( $p < 0.05$ ). 도축성적으로는 무첨가구 대비 반추위 강화 첨가제 급여구에서 도체중(CW), 등심단면적(LMA), 근내지방도(MS), 조직감(FI) 항목에서 유의적( $p < 0.05$ )으로 우수한 품질로 판정되었다. 추가적으로 경제성 분석에 따른 순이익으로는 두당 무첨가 대조구 50여만원, 생균제 급여구 130여만원, 반추위 강화 첨가제 급여구 200~250여만원 순으로 분석되었다. 따라서, 본 연구결과를 바탕으로 한우 비육우의 반추위 강화 첨가제 제공은 pH 급격한 감소 방지와 함께 비교적 건강한 활동을 제공할 수 있으며, 농가소득 증대를 위한 기초자료로 활용될 것으로 판단된다.

**Abstract** The objective of this study was to determine the effects of dietary probiotics and pH modifier supplementation on growth (GP) performance, carcass traits (CT), and ruminal biometric sensors in Hanwoo steers. A total of 32 Hanwoo steers equipped with a bio-capsule in the rumen were recruited (18.5 months). A total of 4 dietary treatments including control C (without supplementation), T1 (probiotics; 150 g/d), T2 (pH modifier; 100 g/d), and T3 (pH modifier; 200 g/d) were tested. The GP, CT, ruminal biometrics (pH, temperature, and activity), and economic analysis were obtained during a 10-month study period. The average daily gain and feed-conversion-ratio were greater ( $P < 0.05$ ) with the T2 and T3 supplementation than that in C and T1. The hierarchy for the ruminal pH and activity was:  $C < T3 < T2 < T1$  ( $P < 0.05$ ). Carcass grades, including carcass weight, longissimus muscle area, marbling score, and firmness in the steers fed T2 and T3 diets were greater ( $P < 0.05$ ) than those fed C and T1 diets. The net profit based on the economic analyses was 0.5, 1.3, 2.0, and 2.5 million won/head for the C, T1, T2, and T3 diets, respectively. The supplementation of additives could thus partially prevent a decrease in pH and provide relatively healthy activities.

**Keywords** : Bio Capsule, Feed Additives, Hanwoo, Rumen, Smart Farm

본 논문은 농촌진흥청의 농업기술개발협력연구(과제번호 No. PJ016556012022) 프로그램 지원 및 2022년 농촌진흥청 국립축산과학원 전문 연구원 과정 지원사업에 의해 이루어진 것임.

\*Corresponding Author : Jae Jung Ha (Gyeongsangbuk-Do Livestock Research Institute)

email: hjjggo@korea.kr

Received May 26, 2022

Revised July 13, 2022

Accepted August 3, 2022

Published August 31, 2022

## 1. 서론

최근 한우 비육우는 인간을 위한 생산성 및 도체등급을 향상시키기 위하여 다양한 첨가제 제공 등의 방식으로 사육되고 있다[1]. 하지만 이러한 상황은 한우의 단순 비육을 위한 에너지(농후)사료 과다 급여로 반추위 발효의 불안정화 및 건강상태가 무시되는 상태로 생후 30개월 정도까지 사육되고 있다[2]. 이에 동물복지 차원에서 개체별 건강 등의 인도주의적 관리방안 마련이 시급하기 때문에 비육기 한우 반추위 등의 내장기관을 고려한 사육기술 개발이 반드시 필요한 실정이다[3].

반추기축 소화생리의 가장 중요한 특징은 반추위(1~2위)의 존재와 반추(되새김) 그리고 반추위 미생물에 의한 소화라고 볼 수 있는데, 반추위 내에는 1mL당 100억~1,000억여 마리 정도의 미생물이 살고 있다[4]. 농장주가 소에게 급여한 사료는 대부분 반추위 미생물들이 성장을 위해 필요한 ATP를 얻기 위해 탄수화물로 분해하여 휘발성지방산(Volatile Fatty Acid, VFA)을 생성한다[5]. VFA는 주로 초산(Acetate), 프로피온산(Propionate), 낙산(Butyrate) 등으로 대별되며 이들의 비율은 사료의 종류, 조사료와 농후사료의 비율, 사료의 가공조건에 따라 약간 차이를 나타낼 수도 있으나 일반적으로는 초산 65%, 프로피온산 20%, 낙산 9% 정도의 비율로 생성된다[6].

이러한 VFA는 반추위벽을 통하여 대부분 흡수되고(약 76%) 나머지는 제3~4위, 소량은 소장에서 흡수된다. 그중 프로피온산은 간에서 다시 글루코스로 재합성된 후 한우의 주요 에너지원과 체지방 합성에 이용되고, 초산 및 낙산은 지방 합성의 원료가 된다[7]. 따라서 섬유질과 전분성 탄수화물의 비율은 증체와 지방 합성(침착) 등에 큰 영향을 준다. 반추위 내에서는 반추위 미생물의 증식에 필요한 에너지원으로 이용되므로 알맞은 양의 농후사료의 급여는 반추위 미생물의 작용을 활발하게 하는데 꼭 필요한 요소가 된다. 하지만 현재의 축산업은 생산성 증대만을 목적으로 농후사료 위주의 사료급여 시스템을 운영하기 때문에 이에 따라 과다하게 생성된 VFA가 문제를 야기시킬 수도 있다[8].

건강한 반추위의 수소이온농도(pH)는 6.4~6.8의 범위이나 반추위 안에 VFA 중 프로피온산이 과다하게 생성되면 섬유소 소화를 저하와 함께 pH가 5.0 이하로 떨어져 반추위 환경이 산성으로 바뀌어 과산증(Acidosis)을 유발하고, 지속적인 반추위 pH 저하는 제 1위의 점막 손상으로 이어져 제 1위 부전각화증(Ruminal parakeratosis) 등 반추위 미생물의 활동이 위축되는 심

각한 상황에 빠지게 된다[9]. 따라서 건강한 한우 사육을 위해서는 반추위의 pH가 최소한 미생물의 증식에 적절한 범위를 유지되도록 하는 것이 중요하며, 이러한 악성 생리현상을 방지하고 반추위의 제 1위내 발효를 보다 안정적으로 조절하는데 초점을 맞추기 시작하면서 다양한 반추위 조절제가 개발되고 있는 실정이다[10].

이에 본 연구에서는 농후사료 위주의 관행 사육방식을 일부 개선하기 위하여 반추위 강화 및 비육개선제 등의 보조첨가물을 일정 비율로 사료 내 혼합급여 함으로서 사육환경 변화에 따른 효율적인 사양관리 방법을 도출하고자 ICT 기술을 활용한 바이오캡슐기반 반추위내 생체정보, 혈액성상, 도체성적, 경제성 등을 분석하였다.

## 2. 본론

### 2.1 공시동물, 시험기간 및 장소

공시동물은 경상북도 축산기술연구소에서 사육중인 18~19개월령의 비육기 한우 거세우 32두를 대상으로 2개월의 예비실험 후 10개월간 측정하였으며, 2021년 3월부터 2022년 3월까지 실시하였다. 본 시험기간은 한우에 있어서 신체를 성장하는 육성기를 지나고 근육량의 증가와 근육 내 지방침착이 본격적으로 시작되는 18개월령의 비육기로 약 30개월령까지는 도체등급 형성에 영향을 미치는 중요한 시기이다[11].

### 2.2 사양관리 및 수행방법

공시동물의 시험사료는 연구소 자체 비육프로그램을 기준으로 09시와 16시에 2회로 분할하여 한우 비육전용 농후사료 12~10 kg/일, 조사료는 수입건초인 오차드 스트로우 2~1 kg/일을 각각 제한 급여 하였다. 시험구의 구분방법으로는 무첨가 대조구(Negative control; C), 생균제 150 g/일 처리구(Probiotics; T1), 반추위 강화 사료첨가제 100 g/일 처리구(pH modifier; T2), 반추위 강화 사료첨가제 200g/일 처리구(pH modifier; T3)로 평균 체중과 부(父)계통(Korean proven bull's number, KPN)의 효과를 고려(정액번호 4종 동일 각각 배치)하여 5 m X 10 m 사이즈의 우방 내에서 4두씩 4처리 2반복으로 실시하였다(Table 1). 반추위 강화 사료 첨가제 물질 종류와의 배합비율은 향후 특허 및 사업추진의 연계를 위하여 비공개로 전환한다.

Table 1. Dietary supplementation

Items	Feed additives	Note
Control (C)	Non	Negative control
Treatment 1. (T1)	Probiotics 150g/day	Positive control Bacillus1.0066 X 1011CFU <sup>1)</sup> Lactobacillus 1 X 109CFU Aspergillusniger1 X 107CFU
Treatment 2. (T2)	Potential candidate substance 100g/day	5 type + $\alpha$
Treatment 3. (T3)	Potential candidate substance 200g/day	5 type + $\alpha$

<sup>1)</sup> colony forming unit

공시동물의 반추위내 삽입한 Bio-capsule (Table 2) 은 국내에 도입된 체류형 기기(Smaxtec, Austria)로서 반추위내 pH(국내의 유일기능) 및 온도, 움직임에 따른 활동성 수치를 측정 및 저장하고 있다(Fig. 1). 하지만 현 기술력으로 반추위내 체류형 pH센서의 구동기한은 5개월로 보증하고 있어 안정적인 데이터 수집을 위하여 2회 삽입하여 수행하였다.



Fig. 1. Bio-capsule and repeater

Table 2. The function of bio-capsule for measuring biological traits

Item	Bolus
Size	132 X 35 mm
Measuring interval	10 min.
Measuring range	pH 3.0~9.0
Measuring accuracy	pH $\pm$ 0.2
Measuring unit	pH 0.01
Measuring period	5 month
Internal memory storage	50 day
Material	PLA (Bio - polymer)
Communication range	917 MHz ~ 923.5 MHz
Communication method	USN (Ubiquitous sensor network)
Livestock type	Only bovine

### 2.3 조사항목

한우 거세우의 반추위내 Bio-capsule 삽입에 따른 모니터링 및 데이터 수집방법으로는 S 브랜드의 자체 홈페이지, 어플리케이션, 메신저 등을 통한 실시간 백업기능을 활용하여 생체정보(반추위 pH, 체온, 활동성)를 저장하였으며, 2개월 간격으로 체중측정에 따른 사양성적을 분석하였다. 또한 30개월령에 농협축산물공판장으로 출하하여 현행 등급판정기준에 의거하여 최종 도축 성적(등급판정) 조사 후 경제성 평가에 활용하였다.

### 2.4 통계분석

수집된 데이터는 SAS (SAS Inst., Inc., Cary, NC, USA)의 MIXED procedure를 이용하여 분석하였다. 통계모델에는 사료용 첨가제가 고정변수로 포함되었으며, 부(父)계통 (KPN)을 임의 변수로 포함하였다. 각 처리의 최소사승평균을 계산한 후, F-검정에 근거한 직교다항비교를 통해 평균간 비교를 진행하였다. 직교 다항 비교를 통해 1) 무첨가 사료 vs 첨가 사료, 2) 생균제 사료 vs. 반추위 강화 사료첨가제 사료 및 3) 반추위 강화 사료 첨가제 사료 100 g/일 및 200g/일을 비교하였다. 시험단위는 각각의 한우 개체로 하였으며, 통계적 유의성은 p-value가 0.05 미만 일 때로 하였다.

## 3. 연구 결과 및 고찰

### 3.1 사료첨가제 급여시험에 따른 증체량 변화

실험 개시 공시동물의 우균배치는 체중측정 후 KPN 종류가 동일하게 배치되도록 설계 후 유의적인 차이가 없게 구분하였다. 개시 체중부터 종료 체중까지의 통계 분석을 위하여 증체량으로 상관관계 데이터 분석하였다.

반추위강화 사료첨가제를 급여한 1~2개월령에서 무첨가구인 대조구에서 유의적(p<0.05)으로 낮은 증체량을 보였다(Table 3). 일당증체량에서는 반추위강화 사료첨가제 급여구에서 두당 100 g 정도의 추가 증체량의 경향으로 분석되어 반추위 환경개선이 비육기능 강화에 영향을 미친다는 연구결과[12]와 유사하게 사료 효율이 높아질 수 있다고 판단할 수 있다. 또한 이러한 결과는 사료 요구율 항목에서 반추위 강화 첨가제 급여구가 유의적(p<0.05)으로 가장 우수한 것으로 나타났다.

Table 3. Effect of feed additives on body weight gain of Hanwoo steer

Item	Dietary treatments				SEM	P-values for contrast		
	Control	Probiotics	pH modifier (100g/d)	pH modifier (200g/d)		Control vs. Others	Control vs. pH modifier	pH modifier: 100 vs. 200 g/d
Initial	48.0	55.8	47.4	54.6	9.6	0.710	0.817	0.587
1 to 2 Mo.	15.8	22.6	48.2	35.6	6.0	0.020	0.007	0.086
3 to 4 Mo.	68.6	60.4	70.6	72.2	7.2	0.921	0.781	0.880
5 to 6 Mo.	17.4	15.2	36.2	20.0	10.4	0.574	0.389	0.159
7 to 8 Mo.	60.2	58.6	53.0	56.6	8.4	0.629	0.571	0.772
9 to 10 Mo.	41.0	42.0	38.0	40.0	5.8	0.609	0.543	0.814
Overall, kg	41.8	42.4	48.9	46.5	7.9	0.577	0.518	0.550
ADG <sup>1)</sup> , kg	0.7	0.7	0.8	0.8	0.1	0.647	0.521	0.710
FCR <sup>2)</sup>	17	15.2	14	14.1	2.8	0.036	0.013	0.915

<sup>1)</sup> Average daily gain, <sup>2)</sup> Feed conversion rate, <sup>3)</sup> Others contain Hanwoo steers fed the probiotics, pH modifier (100 g/d), and pH modifier (200 g/d) supplemented diets

### 3.2 사료첨가제 급여시험에 따른 생체정보(반추위 pH, 체온, 활동성)의 변화

반추위내 Bio-capsule 삽입에 따른 생체정보 수집 항목을 분석한 결과이다 (Table 4). 반추동물에 있어 사료섭취량의 증가는 pH 조절에 일부 부정적인 영향을 미칠 수도 있으나, 사료효율 증대를 위한 매우 중요한 항목으로 알려져 있으며[13], 본 연구의 분석 항목에서도 반

Table 4. Effect of feed additives on real-time biometric information of Hanwoo steer

Item	Dietary treatments				SEM	P-values for contrast		
	Control	Probiotics	pH modifier (100 g/d)	pH modifier (200 g/d)		Control vs. Others	Control vs. pH modifier	pH modifier: 100 vs. 200 g/d
pH	5.95	6.52	6.28	6.06	0.13	0.050	0.190	0.257
Temperature, °C	39.10	39.32	39.22	39.47	0.08	0.036	0.040	0.066
Activity, intdex	2.80	4.31	4.16	4.04	0.33	0.007	0.012	0.797

<sup>1)</sup> Others contain Hanwoo steers fed the probiotics, pH modifier (100 g/d), and pH modifier (200 g/d) supplemented diets

추위 pH 수치는 전반적으로 대조구 대비 사료섭취량이 높았던 첨가제 급여구에서 높았고( $p \leq 0.05$ ), 그 중 사료섭취량이 무첨가 대조구와 반추위 강화 첨가제 사이로 유지된 생균제 처리구에서 가장 높은 수치를 보였다.

추가적으로 반추위 강화 첨가제 급여구에서 pH 수치가 6.08~6.28로 생균제 처리구 보다 상대적으로 낮게 분석된 원인으로는 첨가제 제공이 사료섭취량을 증가시켜 pH를 다시 낮추게 하는 원인이 된다[9]는 결과와 유사한 것으로 판단되며 이는 사료요구율 결과가 뒷받침해 준다. 또한, 사료섭취량이 가장 적은 무첨가 대조구에서 타처리구 대비 반추위 체온과 활동성이 유의적( $p < 0.05$ )으로 낮은 것으로 분석되었다. 이는 사료용 보조제 급여는 비육기능 향상, 건강성 보조 등의 목적으로 급여되는 실정[9]으로 사료섭취량의 증가는 반추위 발효열을 증가하게 하고[13,14], 건강성 개선에 따른 침울, 활력저하 등을 개선할 수 있다는 보고[15]와 유사한 것으로 판단된다.

### 3.3 사료첨가제 급여시험에 따른 도축성적 비교

시험종료 시점 비육 출하에 따른 도축성적을 조사한 결과이다(Table 5). 사료첨가제 급여가 비육우의 도체형질 향상에 영향을 준다[16]는 연구와 유사하게 본 연구에서도 도축성적 중 육량 항목에서는 도체중(CW) 및 등심 단면적(LMA)에서 무첨가 대조구 및 생균제 첨가 급여 처리구가 유의적( $p < 0.05$ )으로 낮은 수치를 보였다. 반면에 육질항목에서는 근내지방도(MS) 및 조직감(FI)에서 반추위 강화를 위한 사료첨가제 급여 처리구가 유의적( $p < 0.05$ )으로 우수한 것으로 분석되었다.

### 3.4 사료첨가제 급여시험에 따른 경제성 분석

경매 매각에 따른 대금 정산 이후 경제성을 분석한 결과이다(Table 6). 총 수입액은 경매성적 경향과 유사하게 800여만원 ~ 1,040여만원까지 두당 240여만원의 금액 차이를 나타냈다.

특히 반추위 강화 사료첨가제 100 g/일 급여구에서 총 수익은 367여만원으로 가장 높았고, 무첨가 대조구의 164여만원 보다 상대적으로 두당 200여만원의 추가 수익을 올린 것으로 분석되었다. 이러한 결과는 기존 수익 구조 비교 관련 연구결과와 금액적인 차이를 나타낼 수도 있으나[17], 분석시점에서 축산물 종류 및 시세 등의 영향으로 판단되며, 최종적으로는 경제성 분석을 위한 동일한 평가 방법[18]으로 농가생산성 향상 관련 연구결과의 도출로 평가받을 수 있다.

Table 5. Effect of feed additives on carcass traits of Hanwoo steer

Item	Dietary treatments				SEM	P-values for contrast		
	Control	Probiotics	pH modifier (100g/d)	pH modifier (200g/d)		Control vs. Others <sup>9)</sup>	Control vs. pH modifier	pH modifier: 100 vs. 200 g/d
<b>Yield traits</b>								
CW <sup>1)</sup> , Kg	403	453	473	461	23	0.044	0.041	0.700
BFT <sup>2)</sup> , mm	11.8	13.3	12.8	14.0	1.8	0.470	0.484	0.639
LMA <sup>3)</sup> , cm <sup>2</sup>	87.3	95.5	105.3	108.0	5.9	0.040	0.020	0.747
YI <sup>4)</sup> , index	61.9	61.6	62.1	62.2	0.7	0.996	0.846	0.915
<b>Quality traits</b>								
MS <sup>5)</sup> , No.	5.3	6.0	7.3	7.5	0.8	0.086	0.044	0.822
MC <sup>6)</sup> , No.	4.8	5.0	4.8	4.8	0.2	0.745	1.000	1.000
FI <sup>7)</sup> , No.	2.5	1.3	1.5	1.5	0.3	0.006	0.013	1.000
MA <sup>8)</sup> , No.	2.5	3.0	2.8	2.8	0.2	0.230	0.389	1.000

<sup>1)</sup> Carcass weight, <sup>2)</sup> Back fat thickness, <sup>3)</sup> Longissimus muscle area, <sup>4)</sup> Yield index, <sup>5)</sup> Marbling score, <sup>6)</sup> Meat color, <sup>7)</sup> Firmness, <sup>8)</sup> Maturity, <sup>9)</sup> Others contain Hanwoo steers fed the probiotics, pH modifier (100 g/d), and pH modifier (200 g/d) supplemented diets.

Table 6. Economic analysis by experiment<sup>1)</sup>  
(Unit: 1,000 won)

Items (head)	Treatment			
	C	T1	T2	T3
Gross receipts	8,027	9,399	10,417	10,189
Dressed carcass	7,623	8,983	9,995	9,782
By-product	404	416	422	407
Operating cost	6,387	6,927	6,743	7,099
Livestock	2,282	2,282	2,282	2,282
Feed	3,190	3,190	3,190	3,190
Facilities	915	915	915	915
Feed additives	0	540	356	712
Income	1,640	2,472	3,674	3,090
Income / Gross receipts (%)	(20.4)	(26.3)	(35.3)	(30.3)
Cost of labor & ETC	1,117	1,117	1,117	1,117
Net profit	523	1,355	2,557	1,973
Net profit / Gross receipts (%)	(6.5)	(14.4)	(24.5)	(19.4)

<sup>1)</sup> Used by Animal Products Grading Service and Korean Statistical Information Service.

## 4. 결론

본 연구는 한우의 단순 비육을 위한 농후사료 과다 급여로 반추위 환경 불안정화 등에 대한 단점을 보완하고 인도주의적 관리방안을 마련하기 위한 기초자료로 경상북도축산기술연구소 자체 농장에서 한우 거세우의 사양 성적 및 생체정보와 도축성적 등을 비교·분석하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

- (1) 시험 전체기간 공시축의 일당증체량에서는 반추위 강화 사료첨가제에서 증가하는 경향을 보였으며, 이러한 결과는 사료요구율에서 반추위 강화 첨가제 급여구 > 생균제 첨가 급여구 > 무첨가 대조구 순으로 유의적으로 우수하게 나타났다.
- (2) 생체정보 관련으로 모든 항목(반추위 pH, 체온, 활동성)은 타 처리구 대비 무첨가 대조구에서 유의적(p<0.05)으로 낮은 수치를 보였다.
- (3) 도축성적으로는 무첨가구 대비 반추위강화 첨가제 급여구에서 도체중(CW), 등심단면적(LMA), 근내지방도(MS), 조직감(FI) 항목에서 유의적(p<0.05)으로 우수하였다.
- (4) 경제성 분석에 따른 순이익으로는 두당 무첨가 대조구 50여만원, 생균제 급여구 130여만원, 반추위 강화 첨가제 급여구 250~200여만원 순으로 최대 200여만원의 추가수의 증대가 가능한 것으로 분석되었다.

이를 통해, 본 연구에서는 반추위 강화 등 특정 사료 첨가제 급여가 사료요구율, 생체정보(반추위 pH, 체온, 활동성) 및 도축성적(도체중, 등심단면적, 근내지방도, 조직감)에 수치상 많은 차이를 나타낼 수 있다는 결과를 확인하였다. 이에, 미래지향적인 스마트장비 도입 등 지속가능한 축산업을 위하여 다양한 사육방식의 개발과 동물복지를 고려한 건강사양관리 방안 등을 지속적으로 연구해야 할 필요성이 있다고 판단된다.

## References

- [1] S. T. Joo, Y. H. Hwang, D. Frank, "Characteristics of Hanwoo cattle and health implications of consuming highly marbled Hanwoo beef." Meat science, vol.132, pp.45-51. Jun.2017.  
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2017.04.262>

- [2] M. Alam, S. H. Lee, D. H. Lee, C. Cho, M. N. Park, "Genetic Analysis of Major Carcass Traits of Korean Hanwoo Males Raised for Thirty Months," *Animals*, vol. 11, no.6, p.1792. Jun. 2021.  
DOI: <https://doi.org/10.3390/ani11061792>
- [3] J. J. Ha, B. K. Kim, J. K. Yi, D. Y. Oh, C. W. Lee, Y. K. Oh, S. B. Lee, Y. H. Song, "Effect of Enzyme and Yeast Extract Supplement on Growth Performances, in vitro Ruminal Fermentation and Blood Parameters in Hanwoo Steers," *Journal of Agriculture and Life Science*, vol.48, no.3, pp.173-190. Jun. 2014.  
DOI: <https://doi.org/10.14397/jals.2014.48.3.173>
- [4] H. A. Lynch, S. A. Martin. "Effects of *Saccharomyces cerevisiae* culture and *Saccharomyces cerevisiae* live cells on in vitro mixed ruminal microorganism fermentation." *Journal of Dairy Science* vol.85. no.10, pp.2603-2608. Apr. 2002.  
DOI: [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(02\)74345-2](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(02)74345-2)
- [5] Y. F. Cheng, J. E. Edwards, G.G.Allison, W.Y. Z. M.K. Theodorou, "Diversity and activity of enriched ruminal cultures of anaerobic fungi and methanogens grown together on lignocellulose in consecutive batch culture." *Bioresource Technology* vol.100, no.20, pp.4821-4828. May. 2009.  
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2009.04.031>
- [6] J. Chen, O. M. Harstad, T McAllister, "Propionic acid bacteria enhance ruminal feed degradation and reduce methane production in vitro." *Acta Agriculturae Scandinavica, Section A—Animal Science* vol.69, no.3, pp.169-175. Mar. 2020.  
DOI: <https://doi.org/10.1080/09064702.2020.1737215>
- [7] B. K. Kim, D. J. Jung, J. K. Yi, J. J. Ha, D. H. Kim, E. G. Hwang, J. Y. Lee, "Effect of dietary addition of clay mineral and leek (*Allium tuberosum*) probiotic on physico-chemical meat quality properties of fattening Hanwoo steers," *The Korean Data and Information Science Society*, vol.31, no.4, pp.595-607. Jul. 2020.  
DOI: <https://doi.org/10.7465/ikdi.2020.31.4.595>
- [8] H.S.Lee, S.D.Lee, S.Lee, S.Sun, M.Kim, H.Choi, Y. C.Baek, "Comparative evaluation of nutritional values in different forage sources using in vitro and in vivo rumen fermentation in Hanwoo cattle." *Korean Journal of Agricultural Science* vol.47.no.4, pp.941-949. Oct. 2020.  
DOI: <https://doi.org/10.7744/kjoas.20200078>
- [9] J. K. Ha, S. S. Lee, Y. S. Moon, C. H. Kim, "Ruminant nutrition and physiology," Seoul university press, pp. 204-527. 2008.
- [10] J. Gruninger, Robert, A. K. Puniya, T. M. Callaghan, J. E. Edwards, N. Youssef, S. S. Dagar, M. S. Elshahed, "Anaerobic fungi (phylum Neocallimastigomycota): advances in understanding their taxonomy, life cycle, ecology, role and biotechnological potential," *FEMS microbiology ecology* vol.90. no.1. pp.1-17. Oct. 2014. DOI: <https://doi.org/10.1111/1574-6941.12383>
- [11] B .Y. Choi, 2012. "Influence of the different types of feed ingredients and nutrient levels on the productivity in the Korean cattle," Ph.D. Thesis, Kangwon National University, Korea.
- [12] M N. Haque, "Dietary manipulation: a sustainable way to mitigate methane emissions from ruminants," *Journal of Animal Science and Technology*," vol.60. no.1. pp.1-10. Jun. 2018.  
DOI: <https://doi.org/10.1186/s40781-018-0175-7>
- [13] R. Pourbayramian, H. Abdi-Benemar, J. Seifdavati, R. Greiner, M. M. M. Y. Elghandour, A. Z. M. Salem, "Bioconversion of potato waste by rumen fluid from slaughterhouses to produce a potential feed additive rich in volatile fatty acids for farm animals," *Journal of Cleaner Production*. vol.280. p.124411. Sep. 2021.  
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.124411>
- [14] S. G. Kim, Domestic animal disease. Yu-han Inc. press. pp. 125-128. 2000.
- [15] S. K. Lee, K. K. Jung. "Effect of Feeding Monensin on the Body Gain and Ruminal Parameters of Han-Woo Cattle." *Korean Journal of Agricultural Science*, vol. 27. no.1 pp.25-32. Jun. 2000.
- [16] D. Q. Peng, J. S. Lee, W. S. Kim, Y. S. Kim, M. H. Bae, Y. H. Jo, H. G. Lee, "Effect of vitamin A restriction on carcass traits and blood metabolites in Korean native steers," *Animal Production Science*, vol.59. no.12 pp.2138-2146. Jun. 2018.  
DOI: <https://doi.org/10.1071/AN17733>
- [17] J. H. Kang, "Effect of Expected Value of the Animal Welfare Authentication Food on Brand Image Enhancement and Purchase Intention," *International Journal of Tourism and Hospitality Research*, vol.32, no.2, pp.450-474, Mar. 2017.  
DOI: <https://doi.org/10.21719/kitr.32.2.22>
- [18] K. Y. Yang, Y. H. Song, S. B. Choi, B. K. Kim, D. J. Jung, D. Y. Oh, J. J. Ha, "Effect of Different Added Assistant System on Rearing and Management of Hanwoo Steers," *Journal of Agriculture and Life Science*, vol.50, no.4, pp.127-137, Jul. 2016.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.14397/jals.2016.50.4.127>

양 가 영(Ka Young Yang)

[정회원]



- 2012년 2월 : 강원대학교 동물자원학 (농학석사)
- 2016년 8월 : 강원대학교 축산학 동물시스템과학 (농학박사)
- 2017년 2월 ~ 현재 : 농촌진흥청 국립축산과학원 전문연구원

<관심분야>

동물행동, ICT 환경 및 시설 제어

김 한 솔(Han-Sol Kim)

[정회원]



- 2022년 2월 : 건국대학교 일반대학원 축산학과 (농학석사)
- 2022년 3월 ~ 현재 : 영남대학교 Eco 한우연구소 연구원

〈관심분야〉  
가축영양, 사료학

오 동 엽(Dong Yep Oh)

[정회원]



- 2011년 2월 : 영남대학교 일반대학원 동물생명공학전공 (이학석사)
- 2014년 2월 : 영남대학교 동물및의학생명공학전공 (이학박사)
- 2012년 11월 ~ 현재 : 경상북도 축산기술연구소 농업연구사

〈관심분야〉  
분자생물학, 축산학

김 대 현(Dae Hyun Kim)

[정회원]



- 2009년 2월 : 영남대학교 일반대학원 동물생명과학과 (농학석사)
- 2021년 2월 : 한경대학교 일반대학원 동물생명과학과 (농학박사)
- 2012년 7월 ~ 2017년 6월 : 포항축협 한우개량사업소 총괄계장
- 2017년 7월 ~ 현재 : 경상북도 축산기술연구소 농업연구사

〈관심분야〉  
스마트축산, 가축생리학

박 진 연(Jin Yeon Park)

[정회원]

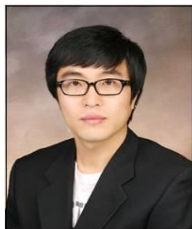


- 2016년 2월 : 국립경산대학교 축산학과 (농학사)
- 2022년 3월 ~ 현재 : 국립경북대학교 특수대학원 과학기술대학원 축산전공 석사과정
- 2021년 12월 ~ 현재 : 경상북도 축산기술연구소 공무원

〈관심분야〉  
가축사양학, 가축생리학

이 준 구(Jun Koo Yi)

[정회원]



- 2011년 2월 : 경북대학교 자연과학대학 생명공학부 (이학석사)
- 2014년 2월 : 경북대학교 자연과학대학 생명공학부 (이학박사)
- 2012년 3월 ~ 2013년 2월 : 대구경북과학기술원(DGIST) 실험동물센터
- 2013년 5월 ~ 현재 : 경상북도 축산기술연구소 농업연구사

〈관심분야〉  
가축생리학, 면역학

하 재 정(Jae Jung Ha)

[정회원]



- 2009년 2월 : 강원대학교 동물자원과학 (농학석사)
- 2012년 8월 : 강원대학교 동물자원과학 (농학박사)
- 2012년 9월 ~ 10월 : 강원농업마이스터대학 한우과정 강사
- 2012년 11월 ~ 현재 : 경상북도 축산기술연구소 농업연구사

〈관심분야〉  
한우사양관리, 스마트축산, 농장동물복지